

Attorney Docket No. 03161.001500
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: TBA
DANIEL LAURENT)	
	:	Group Art Unit: TBA
Application No.: TBA)	
	:	
Filed: December 10, 2003)	
	:	
For: TRACTION CHAIN FOR A)	
SERIES HYBRID VEHICLE	:	

December 10, 2003

Mail Stop: Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

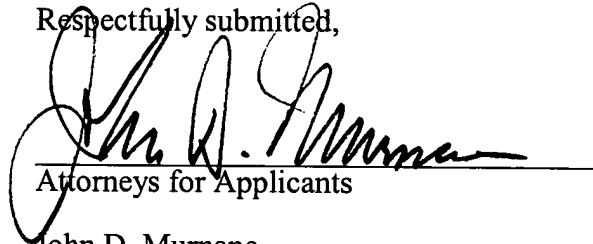
Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following French Priority Application(s):

02/15880, filed on December 11, 2002

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "John D. Murnane", is written over a horizontal line.

Attorneys for Applicants

John D. Murnane
Registration No. 29,836

Alicia A. Russo
Registration No. 46,192

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 394570v1





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

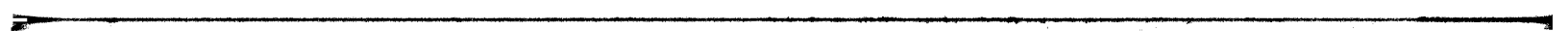
Fait à Paris, le **02 OCT. 2003**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 11 DEC. 2002 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 11 DEC. 2002 0215880		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Jacques BAUVIR C/O MICHELIN & CIE - Service SGD/PI - LAD 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09	
Vos références pour ce dossier (facultatif) P10-1500			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date ____/____/____ N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Système de direction d'un véhicule comportant un mode de fonctionnement dégradé en cas de panne d'un actionneur de braquage de roue.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT MICHELIN S.A.	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	Route André Piller 30	
	Code postal et ville	1762	GIVISIEZ
Pays		SUISSE	
Nationalité		Suisse	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 11 DEC. 2002 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 0215880		DB 540 W / 260899	
V s références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>			P10-1500		
6 MANDATAIRE					
Nom			BAUVIR		
Prénom			Jacques		
Cabinet ou Société					
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			PG 7114		
Adresse	Rue	C/O MICHELIN & CIE - Service SGD/PI - LAD			
	Code postal et ville	63040	CLERMONT-FERRAND CEDEX 09		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			04 73 10 73 68		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			04 73 10 86 96		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>					
7 INVENTEUR (S)					
Les inventeurs sont les demandeurs			<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE			Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformati n)		
Établissement immédiat ou établissement différé			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance			Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES			Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):</i>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Jacques BAUVIR Mandataire 422-5/PP.187				VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne les véhicules automobiles routiers pourvus d'un système de direction dont toutes les roues directrices sont commandées en braquage par un actionneur qui lui est propre. Par exemple, parmi les systèmes de direction électrique connus, il en existe qui sont dépourvus de liaison mécanique entre les roues directrices et le volant et sont également dépourvus de liaison mécanique entre roues directrices elles-mêmes.

On connaît des systèmes de direction électrique comportant un actionneur électrique individuel par roue directrice, le système de direction étant capable de braquer sélectivement chacune des roues directrices d'un angle qui lui est spécifique, la cohérence des braquages étant assurée par l'électronique de pilotage. L'actionneur électrique de chaque roue a pour fonction d'imposer à la roue considérée l'angle de braquage choisi par l'électronique de pilotage. La commande de direction à la disposition du conducteur du véhicule peut être un volant traditionnel ou une manette du genre manche à balai (joystick) ou tout autre dispositif convenable. Les ordres imprimés par le conducteur du véhicule sur son dispositif de commande sont envoyés à l'électronique de pilotage chargée de programmes adéquats afin de pouvoir piloter le ou les actionneurs de façon appropriée.

Un des avantages de cette technologie est qu'elle se marie de façon idéale avec l'électronique et de l'informatique, dont les progrès permettent des asservissements de plus en plus sophistiqués, ce qui fait qu'il est possible de placer le braquage des roues non seulement sous le contrôle de la commande manuelle mais aussi sous le contrôle d'un système de sécurité. Ainsi par exemple, on peut imprimer aux roues directrices un angle qui tient non seulement compte de la commande du conducteur du véhicule, mais qui tient également compte des paramètres dynamiques observés sur le véhicule.

Grâce à la direction électrique, il s'ouvre un champ de possibilités beaucoup plus large pour agir sur la stabilité de trajectoire d'un véhicule. Par exemple, alors qu'à l'heure actuelle un système automatique de correction de la trajectoire du véhicule imprime des moments de lacets correctifs au moyen des freins d'une ou plusieurs roue, le passage à des commandes électriques des différentes fonctions sur un véhicule permettrait d'agir sur l'angle de braquage des différentes roues directrices du véhicule pour en corriger la trajectoire.

Mais le système de direction d'un véhicule est une fonction essentielle et vitale pour la sécurité, comme les freins. Dès lors, pour pouvoir se substituer aux directions mécaniques, assistées ou non, quasi universellement adoptées à l'heure actuelle sur tous les véhicules routiers, il est
5 essentiel qu'un système de direction électrique soit extrêmement sûr. C'est pourquoi on conçoit généralement des systèmes électriques redondants dans le but d'assurer un fonctionnement permanent du système même si l'un de ses composants est défaillant. Ainsi, par exemple, les parties électriques des actionneurs de roues sont de préférence redondantes. On consultera à ce
10 sujet par exemple la demande de brevet EP02/025478 donnant un exemple de système redondant pour la commande d'une direction électrique.

Cependant, on en peut jamais exclure totalement la survenance d'une défaillance d'un composant essentiel. Par exemple, un actionneur électrique de roue peut rester bloqué dans une certaine position angulaire. Ou encore il peut tomber en panne électrique de telle façon qu'il
15 prend une position angulaire indifférente, situation dans laquelle il est incapable de transmettre des efforts de braquage (ou de maintien en ligne droite).

L'objectif de l'invention est donc de, en cas de panne totale d'un actionneur électrique sur l'une des roues directrices, pouvoir maintenir autant que faire se peut le contrôle de la trajectoire du
20 véhicule selon le souhait de son conducteur, au moins afin de pouvoir ranger le véhicule là où ses passagers sont en sécurité.

L'invention propose un système de direction d'un véhicule dont toutes les roues directrices sont commandées en braquage par un actionneur qui lui est propre, le système comportant au moins
25 un levier de commande à la disposition du conducteur pour agir sur la trajectoire du véhicule, chaque roue directrice étant pourvue de moyens de mesure permettant d'estimer l'angle de braquage de ladite roue directrice, le système comportant :

- un contrôleur ayant au moins un mode de fonctionnement normal dans lequel le
30 contrôleur détermine, pour chaque roue directrice, une consigne d'angle de braquage normal au moins en fonction de l'action du conducteur sur son levier de commande et ayant au moins un mode de fonctionnement dégradé activé en cas de panne d'un actionneur de roue ;

- des moyens de détection de panne d'un actionneur de roue activant ledit mode de fonctionnement dégradé et transmettant au contrôleur la localisation sur le véhicule de la roue dont l'actionneur est en panne ;

5 système dans lequel, en mode de fonctionnement dégradé activé sur panne d'un actionneur de roue d'un essieu donné, le contrôleur détermine une consigne de compensation pour une roue, ladite consigne de compensation étant choisie parmi au moins une consigne braquage d'une autre roue et au moins une consigne de couple sur au moins une roue, ladite consigne de couple provoquant sur le véhicule un effort non concourant sur l'axe de lacet du véhicule.

10 Bien entendu, les directions à actionneur électrique, répondant par ailleurs aux caractéristiques indiquées en préambule de la revendication 1, offrent un champ d'application privilégié de l'invention. Cependant, ce n'est pas limitatif, des systèmes de direction hydraulique pouvant aussi être construits selon ce que propose l'invention.

15 Un actionneur de roue a pour effet, par le contrôle de l'angle de braquage de la roue directrice à laquelle il est relié, d'imprimer un certain niveau de couple de lacet au véhicule. Lorsqu'un actionneur de roue est défaillant, selon l'invention, on imprime ce niveau de couple de lacet en agissant le braquage d'une autre roue, éventuellement sur plusieurs autres roues, et/ou sur le couple, moteur et/ou freineur sur l'une ou l'autre des roues, y compris éventuellement sur
20 plusieurs, y compris éventuellement sur la roue dont l'actionneur de direction est en panne. Le contrôleur, par lui-même ou en dialogue avec un module de contrôle de la stabilité du véhicule, détermine une ou plusieurs consignes de compensation appropriées. Par exemple, la consigne de compensation est une consigne braquage d'une autre roue. Par exemple, la consigne de compensation concerne la roue directrice opposée sur l'essieu ayant une roue directrice en
25 panne.

On sait que la poussée de dérive d'un pneu dépend, à l'ordre 1, de l'angle de dérive de ce pneu. Dans le contexte de la présente invention, par l'expression « pneu », on couvre indifféremment un pneu gonflé ou une roue élastique non pneumatique ou tout objet hybride des deux concepts.

30 On sait aussi que la stabilité de la trajectoire d'un véhicule dépend principalement des poussées transversales qui se développent sur chacun de ses essieux. Dans le cas d'un véhicule de tourisme à quatre roues, c'est-à-dire à deux essieux, selon que la poussée transversale de l'un des essieux se modifie par rapport à la poussée transversale de l'autre essieu, le véhicule va prendre

- des moyens de détection de panne d'un actionneur de roue activant ledit mode de fonctionnement dégradé et transmettant au contrôleur la localisation sur le véhicule de la roue dont l'actionneur est en panne ;
- 5 système dans lequel, en mode de fonctionnement dégradé activé sur panne d'un actionneur de roue d'un essieu donné, le contrôleur détermine une consigne de compensation pour une roue, ladite consigne de compensation étant choisie parmi au moins une consigne braquage d'une autre roue et au moins une consigne de couple sur au moins une roue, ladite consigne de couple provoquant sur le véhicule un effort non concourant sur l'axe de lacet du véhicule.
- 10 Bien entendu, les directions à actionneur électrique, répondant par ailleurs aux caractéristiques indiquées en préambule ci-dessus, offrent un champ d'application privilégié de l'invention. Cependant, ce n'est pas limitatif, des systèmes de direction hydraulique pouvant aussi être construits selon ce que propose l'invention.
- 15 Un actionneur de roue a pour effet, par le contrôle de l'angle de braquage de la roue directrice à laquelle il est relié, d'imprimer un certain niveau de couple de lacet au véhicule. Lorsqu'un actionneur de roue est défaillant, selon l'invention, on imprime ce niveau de couple de lacet en agissant le braquage d'une autre roue, éventuellement sur plusieurs autres roues, et/ou sur le couple, moteur et/ou freineur sur l'une ou l'autre des roues, y compris éventuellement sur
- 20 plusieurs, y compris éventuellement sur la roue dont l'actionneur de direction est en panne. Le contrôleur, par lui-même ou en dialogue avec un module de contrôle de la stabilité du véhicule, détermine une ou plusieurs consignes de compensation appropriées. Par exemple, la consigne de compensation est une consigne braquage d'une autre roue. Par exemple, la consigne de compensation concerne la roue directrice opposée sur l'essieu ayant une roue directrice en
- 25 panne.
- On sait que la poussée de dérive d'un pneu dépend, à l'ordre 1, de l'angle de dérive de ce pneu. Dans le contexte de la présente invention, par l'expression « pneu », on couvre indifféremment un pneu gonflé ou une roue élastique non pneumatique ou tout objet hybride des deux concepts.
- 30 On sait aussi que la stabilité de la trajectoire d'un véhicule dépend principalement des poussées transversales qui se développent sur chacun de ses essieux. Dans le cas d'un véhicule de tourisme à quatre roues, c'est-à-dire à deux essieux, selon que la poussée transversale de l'un des essieux se modifie par rapport à la poussée transversale de l'autre essieu, le véhicule va prendre

un angle de lacet. Que ce soit pour maintenir le véhicule en ligne droite ou pour l'inscrire dans un virage, que ce soit pour le maintenir sur sa trajectoire malgré des perturbations extérieures comme un vent transversal, par le braquage des roues, il s'agit en définitive toujours de faire se développer sur chacun des essieux avant et arrière de ce véhicule des poussées transversales correspondant aux actions du pilote, afin d'imprimer au véhicule un certain niveau de couple de lacet.

Sur chaque essieu, la poussée transversale totale est l'addition des poussées transversales développées par chacun des pneus. Si l'un des actionneurs électriques est en panne, on ne peut plus compter sur le pneu de la roue directrice considérée pour développer une poussée transversale choisie. L'équilibre dynamique du véhicule est d'autant plus important pour la sécurité que la vitesse de déplacement du véhicule est élevée. Or, en déplacement à des vitesses soutenues, les angles de braquage des roues sont toujours assez faibles.

L'invention propose de compenser la panne survenant sur l'un des actionneurs de roue directrice d'un essieu en modifiant dans le sens voulu l'angle de braquage sur la roue directrice, par exemple la roue directrice opposée du même essieu. En moyen alternatif ou en complément, l'invention propose aussi d'agir sur le mouvement de lacet en cas de panne survenant sur l'un des actionneurs de roue directrice en imposant des couples aux roues différents sur les roues d'au moins un essieu, comme bien connu en soi dans les systèmes de contrôle de la stabilité des véhicules connus sous l'appellation ESP.

Bien entendu, ce qui a été proposé ci-dessus n'offre qu'un mode de fonctionnement dégradé à ne faire intervenir qu'en dernier recours, lorsque le système qui comportera de préférence des redondances dans ses voies de commande est devenu incapable de transmettre à une des roues directrices des angles de braquage correspondant soit à la volonté du pilote, soit à ce que calcule un système de gestion électronique de la trajectoire du véhicule.

La gestion de mode dégradé proposée par l'invention apporte une solution qui permet de maintenir l'équilibre dynamique du véhicule dans les limites physiquement possibles pour ce véhicule. Ainsi, tant que l'on n'a pas atteint la saturation des poussées de dérive du pneu pour lequel l'actionneur électrique n'est pas en panne, on peut modifier l'angle de braquage de telle façon que la poussée transversale que va développer la roue directrice équipée dudit pneu tend à

procurer une poussée transversale globale de l'essieu considéré qui correspond à ce qui est nécessaire pour assurer l'équilibre du véhicule, c'est à dire à la somme des poussées transversales qu'auraient développées les deux roues directrices de l'essieu en mode de fonctionnement normal.

5

Bien entendu, sur la roue directrice en panne, il se peut que la poussée transversale correspondant à l'angle de braquage de cette roue soit à l'opposé de ce que l'on souhaite comme poussée transversale sur l'essieu considéré. Bien entendu, l'adoption sur la roue fonctionnelle d'une compensation comme expliqué ici peut s'accompagner d'un effort de freinage longitudinal. Cependant, l'objectif de ce mode de fonctionnement dégradé n'est pas de procurer au véhicule les mêmes capacités de déplacement, mais simplement de pouvoir continuer à le guider même en cas de défaillance grave d'un élément important, de façon à pouvoir le ralentir ou l'arrêter dans les conditions de sécurité les meilleures possibles compte tenu de la situation du véhicule.

15

L'invention est illustrée au moyen des deux figures jointes sur lesquelles :

- la figure 1 montre un schéma d'implantation d'un système de direction électrique sur un véhicule à quatre roues dans lequel seul l'essieu avant est directeur ;
- la figure 2 montre la situation de ce véhicule en fonctionnement en mode dégradé.

20

A la figure 1, on a schématisé un véhicule à quatre roues 1, dont l'essieu avant comporte deux roues directrices. Les roues sont notées 1_{AvG} pour la roue avant gauche, 1_{AvD} pour la roue avant droite, 1_{ArG} pour la roue arrière gauche et 1_{ArD} pour la roue arrière droite. Les roues directrices sont montées sur un porte-roue 11 et braquent autour de l'axe 12. Un levier 10 de commande du braquage est monté solidaire du porte-roue 11. Pour simplifier le dessin, on a représenté deux roues directrices, et deux roues équipées de freins, mais il va de soi que toutes les roues peuvent être directrices, que toutes les roues sont bien entendu équipées de freins, et que au moins deux roues sont motrices, voire les quatre.

25

Chaque roue directrice est braquée par un actionneur électrique 3 relié d'une part à la caisse ou au châssis 33 du véhicule et d'autre part au levier 10, pour commander l'angle de braquage de la roue 1 considérée. Chaque actionneur comporte par exemple un moteur électrique 30 rotatif, un dispositif vis/écrou (non représenté) et une tige coulissante 32, elle-même reliée au levier 10 de

30

commande de braquage. Chaque actionneur comporte encore un capteur 31 de position de la tige 32, indépendant du moteur électrique de l'actionneur. Il permet de mesurer la position exacte de la tige coulissante et, par construction géométrique, de connaître la position angulaire exacte de la roue directrice considérée.

5

On voit aussi un volant 2 relié à un dispositif de rappel en ligne droite 20 et relié à un dispositif de mesure de l'angle au volant 21.

10

Un contrôleur 6 permet de piloter le braquage des roues directrices, en fonction de divers paramètres, dont bien entendu l'angle au volant (ou la position d'un organe équivalent) et la vitesse du véhicule. Le contrôleur 6 est chargé des programmes adéquats pour effectuer à chaque instant le calcul d'un angle de braquage approprié pour chacune des roues directrices, et pilote l'actionneur électrique 3 de chacune des roues directrices.

15

Aux figures 1 et 2, on a aussi représenté (uniquement à l'arrière pour ne pas surcharger les dessins) un disque de frein 40 et une mâchoire de frein associés à chacune des roues. On ne s'intéresse ici aux freins que dans la mesure où ils peuvent intervenir dans le mode dégradé.

20

Un module 7 de contrôle de la stabilité de trajectoire permet, comme bien connu en soi, de freiner sélectivement et indépendamment une roue quelconque du véhicule. Ce module analyse les signaux venant de la commande de direction, et venant de capteurs comme un capteur de vitesse 71 du véhicule, un capteur d'accélération transversale 72 et un capteur de lacet 73, cette liste n'étant ni impérative ni exhaustive.

25

La figure 2 illustre une situation où le véhicule doit tourner à droite alors que l'actionneur de la roue avant droite (roue intérieure au virage) est en panne : il est bloqué en position ligne droite. Le contrôleur calcule pour chacune des roues directrices un angle de braquage normal α_{1AVG} et α_{1AVD} . Les positions angulaires calculées sont présentées en traits interrompus. On voit que la roue avant droite reste en position de ligne droite. Le contrôleur détermine, pour la roue avant gauche, une consigne de compensation telle que la roue avant gauche est braquée selon ce qui est représenté en traits continus. Dans cette situation, la roue avant gauche va développer une poussée de dérive importante. Cette poussée transversale est orientée vers la droite du véhicule. L'apparition de cette poussée transversale va provoquer un braquage vers la droite du véhicule.

30

Comme dans cette hypothèse la roue avant droite est supposée rester en position ligne droite, cela va s'accompagner d'une poussée de dérive développée par la roue avant droite et orientée de façon antagoniste, c'est-à-dire vers la gauche du véhicule. L'addition des deux poussées transversales antagonistes va donner une poussée transversale résiduelle orientée malgré tout vers la droite.

Dans ce cas de figure, le transfert transversal des charges est d'autant plus important que le véhicule se déplace à une vitesse élevée. Dès lors, la contribution à la poussée transversale globale de l'essieu avant est, de toutes façons, principalement déterminée par la poussée transversale de la roue avant gauche, qui est extérieure au virage. C'est une situation assez favorable dans laquelle le mode dégradé de fonctionnement permet de maintenir un bon équilibre dynamique du véhicule.

Dans l'hypothèse inverse où l'actionneur électrique en panne correspond à la roue extérieure virage, compte tenu du transfert de charge qui a été expliqué ci-dessus, la consigne d'angle de compensation pour la roue directrice-opposée doit être d'autant plus grande. Cependant, compte tenu du délestage du pneumatique considéré, on va atteindre beaucoup plus vite la saturation de la poussée transversale dont est capable le pneu considéré. Malgré tout, la gestion du mode dégradé proposée par l'invention permet de maintenir le véhicule dans des conditions de sécurité bien meilleures que ce qui résulterait d'une absence de compensation. En outre et de préférence, dans ce cas de figure (panne de l'actionneur de la roue avant du côté extérieur du virage) le système actionne en outre, via le module 7 de contrôle de la stabilité de trajectoire, le frein d'au moins une roue du véhicule du côté du véhicule vers lequel le conducteur souhaite orienter le mouvement lacet, selon son action sur le levier de commande.

Signalons encore qu'il est souhaitable que, de par la conception du véhicule et/ou son réglage, en cas de panne électrique d'un actionneur sans blocage mécanique de celui-ci, la roue directrice puisse braquer de façon assez libre, afin de ne pas risquer de développer des poussées transversales s'opposant aux poussées transversales développées par la roue directrice dont l'actionneur est fonctionnel. A cette fin, l'actionneur électrique est de préférence réversible. En outre, l'épure de suspension est telle qu'un couple à la roue (moteur ou freineur) n'induit que peu de braquage (pivot dans l'axe, chasse et déport faibles ou nuls).

- 8 -

- Enfin, signalons que dans le cas où l'on agit sur le couple aux roues, il peut être intéressant d'appliquer un couple moteur à l'une et/ou l'autre des roues extérieurs au virage, ne fut-ce que transitoirement. Enfin, en cas de dysfonctionnement d'un actionneur de roue, il convient de
- 5 préférence de provoquer un ralentissement global du véhicule et d'en limiter la vitesse.

Enfin, signalons que dans le cas où l'on agit sur le couple aux roues, il peut être intéressant d'appliquer un couple moteur à l'une et/ou l'autre des roues extérieurs au virage, ne fut-ce que transitoirement. Enfin, en cas de dysfonctionnement d'un actionneur de roue, il convient de
5 préférence de provoquer un ralentissement global du véhicule et d'en limiter la vitesse.

Dans un exemple particulier, la valeur de la consigne de compensation dépend de l'écart, en amplitude et en signe, entre l'angle de braquage normal calculé et l'angle de braquage mesuré sur la roue directrice dont l'actionneur est en panne.
10

Dans un autre exemple particulier, la consigne de compensation dépend de la localisation de la roue dont l'actionneur est en panne, la localisation étant soit du côté gauche du véhicule soit du côté droit du véhicule, par rapport au mouvement de lacet du véhicule orienté soit vers la gauche soit vers la droite.
15

Dans un autre exemple particulier, en mode de fonctionnement dégradé activé sur panne d'un seul actionneur de roue d'un essieu donné, la consigne de compensation est une consigne de freinage d'au moins une roue du véhicule du côté du véhicule vers lequel le conducteur souhaite orienter le véhicule, selon son action sur le levier de commande.
20

Dans un autre exemple particulier, en cas de panne de l'actionneur de la roue avant du côté intérieur du virage, la consigne de compensation est un angle de braquage valant une fraction de même signe de l'angle de braquage normal calculé pour la roue directrice dont l'actionneur n'est pas en panne.
25

Dans un autre exemple particulier, en cas de panne de l'actionneur de la roue avant du côté extérieur du virage, la consigne de compensation est un angle de braquage valant sensiblement l'angle de braquage normal calculé pour la roue directrice dont l'actionneur n'est pas en panne, le système actionnant en outre le frein d'au moins une roue du véhicule du côté du véhicule vers lequel le conducteur souhaite orienter le véhicule, selon son action sur le levier de commande.
30

REVENDICATIONS

1. Système de direction d'un véhicule dont toutes les roues directrices sont commandées en
5 braquage par un actionneur qui lui est propre, le système comportant au moins un levier de
commande à la disposition du conducteur pour agir sur la trajectoire du véhicule, chaque
roue directrice étant pourvue de moyens de mesure permettant d'estimer l'angle de braquage
de ladite roue directrice, le système comportant :
- 10 • un contrôleur ayant au moins un mode de fonctionnement normal dans lequel le
contrôleur détermine, pour chaque roue directrice, une consigne d'angle de braquage
normal au moins en fonction de l'action du conducteur sur son levier de commande et
ayant au moins un mode de fonctionnement dégradé activé en cas de panne d'un
actionneur de roue ;
 - 15 • des moyens de détection de panne d'un actionneur de roue activant ledit mode de
fonctionnement dégradé et transmettant au contrôleur la localisation sur le véhicule de la
roue dont l'actionneur est en panne ;
- système dans lequel, en mode de fonctionnement dégradé activé sur panne d'un actionneur
de roue d'un essieu donné, le contrôleur détermine une consigne de compensation pour une
roue, ladite consigne de compensation étant choisie parmi au moins une consigne braquage
20 d'une autre roue et au moins une consigne de couple sur au moins une roue, ladite consigne
de couple provoquant sur le véhicule un effort non concourant sur l'axe de lacet du véhicule.
2. Système de direction selon la revendication 1 dans lequel la consigne de compensation est
une consigne braquage d'une autre roue.
- 25 3. Système de direction selon la revendication 2 dans lequel la consigne de compensation
concerne la roue directrice opposée sur l'essieu ayant une roue directrice en panne.
4. Système de direction selon la revendication 2 ou 3 dans lequel la valeur de la consigne de
30 compensation dépend de l'écart, en amplitude et en signe, entre l'angle de braquage normal
calculé et l'angle de braquage mesuré sur la roue directrice dont l'actionneur est en panne.



5. Système de direction selon l'une des revendications 2 à 4 dans lequel la consigne de compensation dépend de la localisation de la roue dont l'actionneur est en panne, la localisation étant soit du côté gauche du véhicule soit du côté droit du véhicule, par rapport au mouvement de lacet du véhicule orienté soit vers la gauche soit vers la droite.
- 5
6. Système de direction selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel, en mode de fonctionnement dégradé activé sur panne d'un seul actionneur de roue d'un essieu donné, la consigne de compensation est une consigne de freinage d'au moins une roue du véhicule du côté du véhicule vers lequel le conducteur souhaite orienter le véhicule, selon son action sur le levier de commande.
- 10
7. Système de direction selon l'une des revendications 2 à 6 dans lequel, en cas de panne de l'actionneur de la roue avant du côté intérieur du virage, la consigne de compensation est un angle de braquage valant une fraction de même signe de l'angle de braquage normal calculé pour la roue directrice dont l'actionneur n'est pas en panne.
- 15
8. Système de direction selon l'une des revendications 2 à 6 dans lequel, en cas de panne de l'actionneur de la roue avant du côté extérieur du virage, la consigne de compensation est un angle de braquage valant sensiblement l'angle de braquage normal calculé pour la roue directrice dont l'actionneur n'est pas en panne, le système actionnant en outre le frein d'au moins une roue du véhicule du côté du véhicule vers lequel le conducteur souhaite orienter le véhicule, selon son action sur le levier de commande.
- 20
9. Système de direction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les actionneurs de roue sont électriques.
- 25

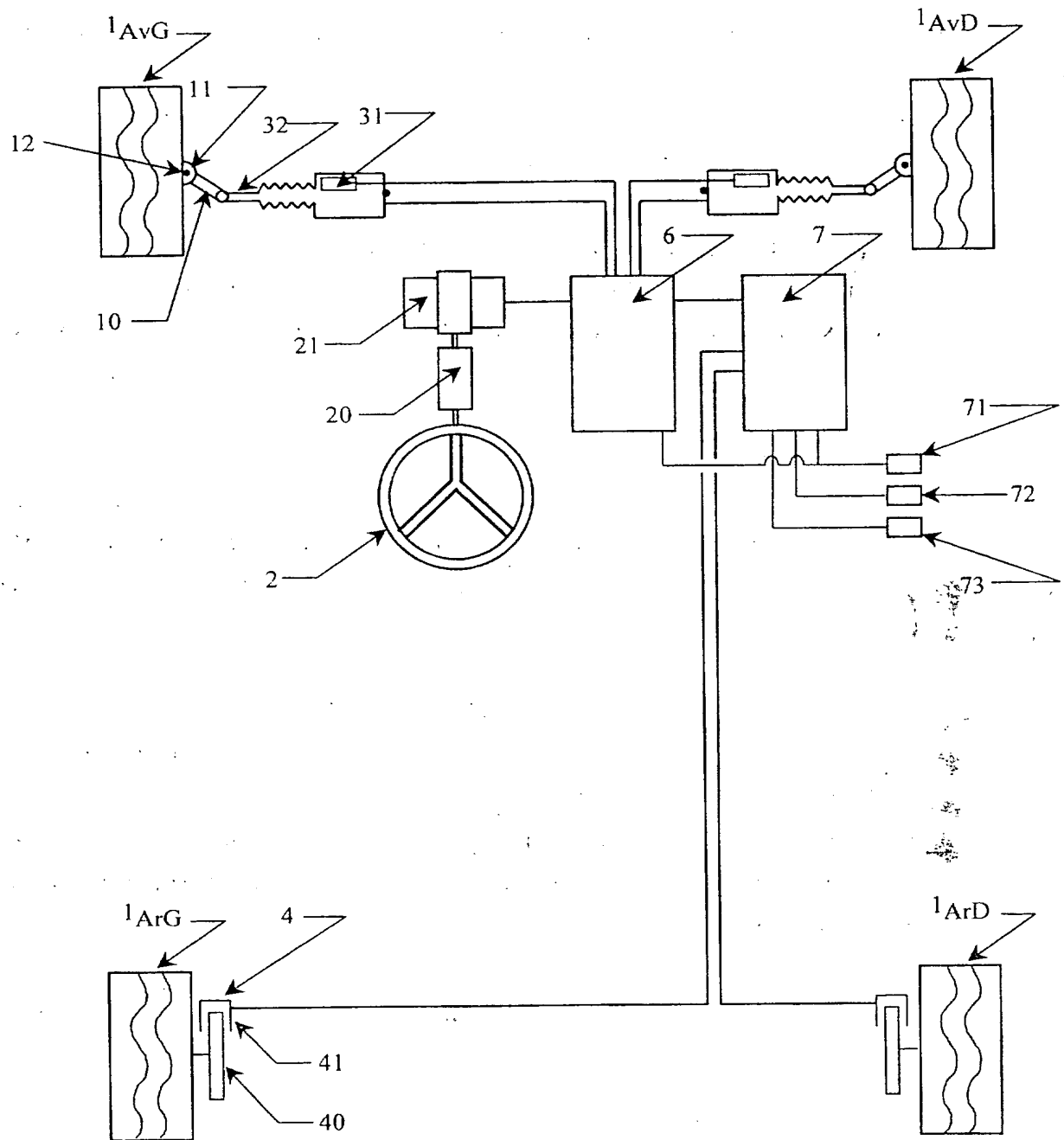


Fig. 1

